



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

de Camargo Wascheck, Roberto; de Paula Rezende, Pedro Leonardo; Moreira, Paulo César; Braga  
Reis, Ronaldo; Artiaga da Rosa, Sergio Renato; Corrêa Mendonça, Alberto  
Degradabilidade e produção de gases in vitro de fontes energéticas alternativas na alimentação de  
ruminantes

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 32, núm. 4, 2010, pp. 425-430  
Universidade Estadual de Maringá  
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126502008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Degradabilidade e produção de gases *in vitro* de fontes energéticas alternativas na alimentação de ruminantes

Roberto de Camargo Wascheck<sup>1</sup>, Pedro Leonardo de Paula Rezende<sup>2\*</sup>, Paulo César Moreira<sup>3</sup>, Ronaldo Braga Reis<sup>4</sup>, Sergio Renato Artiaga da Rosa<sup>1</sup> e Alberto Corrêa Mendonça<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Centro Técnico-Científico, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. <sup>2</sup>Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Campus II, Samambaia, Cx. Postal 131, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. <sup>3</sup>Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>4</sup>Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: peleonardo@hotmail.com

**RESUMO.** O padrão fermentativo *in vitro* de dietas compostas por fubá de milho, farelo de arroz integral, farelo de arroz parboilizado e suas associações em diferentes proporções foi estudado, na porção concentrada da dieta de ruminantes. Até 12h de incubação, a produção de gases foi superior ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos com farelo de arroz integral (FAI) e farelo de arroz parboilizado (FAP), mas ao final de 96h, o tratamento com 100% de fubá de milho (FM) produziu mais ( $p < 0,05$ ) gases ( $379,41 \text{ mL g MS}^{-1}$ ). As degradabilidades totais da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) foram superiores ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos FAI e FAP até 12h, mas ao final de 96h de incubação, a degradabilidade total da MS e MO foi maior ( $p < 0,05$ ) para o tratamento FM (90,46 e 91,08%, respectivamente). O potencial nutricional do farelo de arroz parboilizado ou integral na dieta de ruminantes foi evidenciado por proporcionar maior taxa fracional de produção de gases *in vitro* ( $12,39$  e  $13,17 \text{ mL h}^{-1}$ ) e maior degradação da MS e MO nos tempos iniciais.

**Palavras-chave:** arroz parboilizado, parâmetros de France, taxa de passagem, tempo de colonização.

**ABSTRACT.** Degradability and *in vitro* gas production of alternative energy sources in ruminant feed. The *in vitro* fermentation pattern of diets composed of corn meal, rice bran, parboiled rice bran and their associations was studied in different proportions in the concentrate portion in ruminants diets. Up to 12 hours of incubation, gas production was higher ( $p < 0.05$ ) for the treatments with rice bran (FAI) and parboiled rice bran (FAP); however, after 96 hours, the treatment with 100% corn meal (FM) produced more ( $p < 0.05$ ) gases ( $379.41 \text{ mL g DM}^{-1}$ ). Total degradability of dry matter (DM) and organic matter (OM) were higher ( $p < 0.05$ ) for treatments FAI and FAP up to 12 hours; however, after 96 hours of incubation the total degradability of DM and OM was higher ( $p < 0.05$ ) for the FM treatment (90.46 and 91.08%, respectively). The nutritional potential of rice bran or parboiled rice bran was confirmed in the diet of ruminants, as it provides a higher fractional rate of *in vitro* gas production ( $12.39$  and  $13.17 \text{ mL h}^{-1}$ ) and faster degradation of DM and OM in initial times.

**Key words:** parboiled rice, France's parameters, rate of passage, colonization time.

## Introdução

O interesse pela utilização de resíduos de arroz na alimentação animal é grande, principalmente pela sua grande disponibilidade em algumas regiões brasileiras, aliado ao fato da necessidade de se encontrar alternativas que sejam técnica e economicamente viáveis para suplementação da dieta dos animais, principalmente nos períodos de carência nutricional.

O arroz é uma das principais culturas exploradas no Brasil e o seu beneficiamento para o consumo humano gera grande quantidade de subprodutos, dentre os

quais o farelo de arroz integral, que vem sendo utilizado largamente na alimentação de bovinos de leite e de corte. Alguns estudos (WASCHECK et al., 2008) já foram realizados testando suas propriedades, entretanto os subprodutos de arroz parboilizado, como o farelo, ainda, são pouco avaliados em suas propriedades nutricionais.

O arroz parboilizado é o arroz que após a colheita é embebido em água a  $70^\circ\text{C}$  durante 5h e depois sofre um aquecimento, em autoclave, de  $120^\circ\text{C}$  e 440 g de pressão por 15 min., visando gelatinizar o amido contido no grão. Esse tipo de arroz é muito consumido nas Regiões Norte e

Nordeste do país apesar de as indústrias de beneficiamento estarem localizadas na Região Centro-Sul do Brasil.

No Brasil, assim como nas demais partes do mundo, 25% do total do arroz produzido é parboilizado. Os líderes em produção estão localizados no Sul, onde predomina o cultivo de terras baixas (várzeas), com rendimento médio por hectare superando 5 toneladas, em contraposição às baixas produtividades de campo, no centro do Brasil, onde prepondera o arroz de terras altas.

A utilização de farelo de arroz parboilizado na dieta de vacas leiteiras de alta produção justifica-se pelo seu elevado conteúdo de gordura (WASCHECK et al., 2008) que permite obter dietas com densidade energética adequada à nutrição desses animais, principalmente nas fases de pico de produção, possibilitando a redução do uso de fontes de amido, como cereais, mais propensos à indução distúrbios metabólicos. Além disso, outras vantagens metabólicas estão associadas ao uso de fontes de gordura na dieta de bovinos, como a melhoria no desempenho reprodutivo e na alteração no perfil de ácidos graxos do leite.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a inclusão de fontes energéticas alternativas na porção concentrada da dieta de ruminantes por meio da determinação da degradabilidade da matéria seca e da matéria orgânica, bem como da produção de gases *in vitro* do farelo de arroz parboilizado, farelo de arroz integral, fubá de milho e suas associações.

## Material e métodos

O experimento e as análises laboratoriais foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG e da Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC/GO.

Os substratos foram pré-secos em estufas de ventilação forçada a 60°C por 48h. Depois foram moídos em moinho mecânico com peneira de 1 mm para determinação da matéria seca (MS) em estufa a 105°C (AOAC, 1995), proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldhal (AOAC, 1995), e componentes da parede celular pelo método de detergentes (VAN SOEST et al., 1994). Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por intermédio da equação  $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  descrita por SNIFFEN et al. (1992). Os tratamentos e as respectivas composições bromatológicas são descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos concentrados testados, na base da matéria seca.

Tratamentos	MS	PB	FDN	FDA	EE	MM	CHOT
FAP <sup>1</sup>	89,56	17,00	48,05	22,15	24,10	0,65	58,25
FAI <sup>2</sup>	88,67	14,05	30,45	16,23	16,80	1,15	68,00
FM <sup>3</sup>	87,65	9,10	11,45	5,05	4,65	1,06	85,19
50FM+50FAI <sup>4</sup>	88,16	11,58	20,95	10,64	10,73	1,11	76,60
20FM+80FAI <sup>5</sup>	88,47	13,06	26,65	13,99	14,37	1,13	71,44
50FM+50FAP <sup>6</sup>	88,61	13,05	29,75	13,60	14,38	0,86	71,72
20FM+80FAP <sup>7</sup>	89,18	15,42	40,73	18,73	20,21	0,73	63,64

(MS) Matéria seca; (PB) Proteína bruta; (FDA) Fibra em detergente ácido; (FDN) Fibra em detergente neutro; (EE) Extrato etéreo; (MM) Matéria Mineral; (CHOT) Carboidratos totais; <sup>1</sup>100% Farelo de arroz parboilizado; <sup>2</sup>100% Farelo de arroz integral; <sup>3</sup>100% Fubá de milho; <sup>4</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz integral em partes iguais; <sup>5</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz integral; <sup>6</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz parboilizado em partes iguais; <sup>7</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz parboilizado.

Para coleta do líquido ruminal, utilizaram-se duas vacas da raça Holandês, não-lactantes, providas de cânulas ruminais permanentes e adaptadas. As dietas eram isonitrogenadas com 9,2% de proteína bruta na MS da dieta total, balanceadas de acordo com o NRC (2001). O volumoso utilizado em todos os tratamentos foi a Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) adicionada de ureia pecuária na proporção de 55% na base da MS. Os concentrados constituíram 45% da MS da dieta total compostos por farelo de arroz parboilizado, farelo de arroz integral, fubá de milho e suas associações conforme esquema:

- 1) 100% Fubá de milho (FM);
- 2) Fubá de milho e Farelo de arroz integral em partes iguais (50FM+50FAI);
- 3) 20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz integral (20FM+80FAI);
- 4) 100% Farelo de arroz integral (FAI);
- 5) Fubá de milho e Farelo de arroz parboilizado em partes iguais (50FM+50FAP);
- 6) 20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz parboilizado (20FM+80FAP);
- 7) 100% Farelo de arroz parboilizado (FAP).

A coleta foi feita manualmente no saco ventral do rúmen e o líquido ruminal foi filtrado em gaze e acondicionado em garrafas térmicas pré-aquecidas com água a 39°C e imediatamente transportado para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFMG. O meio utilizado foi o “tampão de McDougal” (McDOUGAL, 1949; MAURÍCIO et al., 2001). Depois de preparada, a solução tampão foi colocada em banho-maria e adicionou-se, para cada litro de tampão, uma solução redutora, composta de 891 mg de HCl mais cisteína e 891 mg de sulfeto de sódio  $Na_2S$ , 5,7 mL de NaOH 1 N e água destilada até o volume de 77 mL, volume esse calculado para manter a relação solução tampão: solução redutora de 26:2. Então, a solução foi borbulhada com  $CO_2$ , para atingir pH entre 6,8 - 6,9.

Em cada frasco de fermentação de 160 mL foi adicionado 1g do substrato pré-seco em estufas de ventilação forçada a 60°C por 48h e moídos a 1 mm. Em seguida, adicionaram-se aos frascos 90 mL de meio de cultura (MAURÍCIO et al., 1999) sendo aspergido CO<sub>2</sub> nos frascos e imediatamente vedados com tampões de borracha siliconada.

Para evitar que qualquer tipo de fermentação ocorresse antes da adição do inóculo, os frascos foram mantidos em geladeira à temperatura de 4°C. Cinco horas antes da inoculação, os frascos foram removidos da geladeira e levados para estufa de ventilação forçada a 39°C. Para as incubações, tomou-se uma amostra de aproximadamente 1 g de material total, obedecendo-se às proporções dos alimentos testados, pesando-se em balança digital, 1 g de matéria seca, conforme os tratamentos propostos.

As amostras dos substratos, em triplicata, foram colocadas em frascos de vidro com capacidade de 160 mL, no volume de 1 g, acrescentados nesses 90 mL de meio de cultura tamponado preparado de acordo com Maurício et al. (1999). Então, os frascos foram aspergidos novamente com CO<sub>2</sub>, imediatamente tampados com rolha de borracha siliconada e colocados em banho-maria a 39°C (MALAFAIA et al., 1998). Para cada tempo dos tratamentos foram incubados dois frascos “brancos”, apenas com inóculo e solução tampão, quantificando-se assim a produção de gases oriunda da fermentação produzida pelo inóculo.

A inoculação foi realizada pela injeção de 10 mL de líquido ruminal em cada frasco, sob aspersão contínua de CO<sub>2</sub>, para manter-se a anaerobiose. Após inoculação, os frascos foram novamente fechados com tampas de borracha siliconada. A fim de garantir a pressão uniforme em todos os frascos, inseriu-se uma agulha (25 x 0,7 mm) em cada um dos vidros perpassando-se as tampas de borracha, possibilitando-se assim o equilíbrio entre a pressão interna dos frascos e a pressão atmosférica. Após o procedimento, as agulhas foram retiradas e o material foi novamente levado à estufa de ventilação forçada a 39°C, sendo retirados apenas nos tempos de leitura.

O volume de gases foi estimado pela equação proposta por Maurício et al. (1999). As leituras de pressão e volume dos gases foram obtidas por meio de um transdutor (0 - 1 kgf cm<sup>-2</sup>) acoplado a uma seringa metálica (20 mL), nos seguintes tempos: 3, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 36, 48, 72 e 96h após o início da incubação. Com o somatório do volume de gás para cada tempo de leitura, foram construídas as curvas de produção cumulativa dos gases oriundos da degradação da MS e MO, para cada tempo de

incubação, método esse denominado “curva de subtração”.

Para análise da degradação da MS e MO retiraram-se os frascos em triplicata nos tempos 6, 12, 24, 48 e 96h, e as mesmas foram obtidas por diferença de peso das amostras, antes e depois de incubadas. Os resíduos de fermentação foram obtidos por meio de filtragem do conteúdo dos frascos em cadinhos de porosidade 1 μ (Pirex - Vidrotec®), forrados com lã de vidro. Os cadinhos foram secos por 24h em estufa a 100°C e pesados para cálculo dos valores da degradabilidade da matéria seca (DMS).

A produção cumulativa de gases e a degradabilidade da matéria seca foram determinadas com produção de equações de regressão. O modelo de France et al. (1993) foi utilizado para relatar o potencial máximo de produção de gases (A), tempo de colonização (Lag), taxa de produção de gases (μ) e os valores de degradabilidade efetiva para as taxas de passagem de 0,02 h<sup>-1</sup>.

O delineamento estatístico utilizado no experimento para avaliar a produção cumulativa de gases, a degradabilidade da matéria seca e da matéria orgânica foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 7 x 2, com sete tratamentos e dois inóculos, e os tempos de retirada dos frascos de fermentação (6, 12, 24, 48 e 96h) como repetição, no seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + \beta T_{(k)} + \epsilon_{ijk}$$

em que:

μ = Média geral;

β<sub>(i)</sub> = Efeito do tratamento;

T<sub>(j)</sub> = Efeito de inóculo;

βT<sub>(k)</sub> = Efeito da interação tratamento x inóculo;

ε<sub>(ijk)</sub> = Erro experimental.

Os valores do volume acumulado de gás e taxa de degradação foram submetidos à análise estatística de acordo com os parâmetros de France et al. (1993), determinando-se o potencial máximo de produção de gases (A), o tempo de colonização (L), e a taxa de produção de gases (μ), por meio do programa MLP (ROSS, 1980) conforme o modelo:

$$\mu = b + c / z (\sqrt{t})$$

em que:

μ = taxa de produção de gases (mL h<sup>-1</sup>);

t = tempo de incubação;

“b” e “c” = constantes.

As curvas cumulativas da produção de gases dos tratamentos foram comparadas pela análise de paralelismo conforme ROSS (1980). Realizaram-se,

ainda, análises de regressão linear simples. Os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico SAS (2002).

## Resultados e discussão

Os valores obtidos para a produção cumulativa de gases e os valores dos parâmetros estimados pelo modelo de France et al. (1993) das dietas compostas pelos concentrados testados encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2.** Produção cumulativa de gases (mL g MS<sup>-1</sup>).

Tratamentos	Horas pós-inoculação					Eq. Reg.
	6h	12h	24h	48h	96h	
FAP <sup>1</sup>	53,61	109,37	141,25	152,24	155,33	$\hat{y} = 24,63x + 48,46$
FAI <sup>2</sup>	58,00	116,42	143,12	153,01	156,32	$\hat{y} = 23,32x + 55,40$
FM <sup>3</sup>	30,95	105,20	256,46	354,90	379,41	$\hat{y} = 94,66x - 58,60$
50FM+50FAI <sup>4</sup>	49,70	124,28	203,68	244,54	252,49	$\hat{y} = 52,58x + 17,18$
20FM+80FAI <sup>5</sup>	57,84	125,23	174,61	195,24	199,53	$\hat{y} = 35,33x + 44,47$
50FM+50FAP <sup>6</sup>	44,10	105,06	182,09	235,09	247,80	$\hat{y} = 53,74x + 1,59$
20FM+80FAP <sup>7</sup>	50,50	107,23	158,26	186,46	191,92	$\hat{y} = 36,20x + 30,25$

<sup>1</sup>100% Farelo de arroz parboilizado; <sup>2</sup>100% Farelo de arroz integral; <sup>3</sup>100% Fubá de milho; <sup>4</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz integral em partes iguais; <sup>5</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz integral; <sup>6</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz parboilizado em partes iguais; <sup>7</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz parboilizado. Coeficiente de variação (CV) = 2,21%.

O tratamento de 100% de farelo de arroz parboilizado, assim como o de 100% de farelo arroz integral, promoveu menor ( $p < 0,05$ ) produção de gases ao final de 96h de incubação. O que pode ser explicado pelos maiores conteúdos de proteínas destes alimentos que resultaria na formação de bicarbonato de amônio, a partir de CO<sub>2</sub>, reduzindo a sua contribuição para produção de gases (KHAZAAL et al., 1995). Também, a maior concentração de extrato etéreo destes dois farelos, como indica a Tabela 1, poderia explicar a menor produção de gases destes alimentos uma vez que a contribuição de gordura para a produção de gases é insignificante. Segundo Menke e Steingass (1988), quando 200 mg de óleo de coco, óleo de amêndoa de palma e ou óleo de soja foram incubados, apenas 2,0 a 2,8 mL de gases foram produzidos, enquanto similar quantidade de caseína e celulose produziu cerca de 23,4 a 80 mL.

Nas primeiras 12h, os tratamentos 50FM+50FAI e 20FM+80FAI foram superiores ( $p < 0,05$ ) ao FM. Em geral, FAI e FAP e associações produziram gases mais rapidamente que o FM. A maior produção cumulativa de gases ocorreu com o uso do fubá de milho de acordo com a Tabela 2 que foi significativamente superior ( $p < 0,05$ ) aos tratamentos com 50% farelo de milho + 50% farelo de arroz integral e 50% fubá de milho + 50% farelo de arroz parboilizado que não diferiram estatisticamente.

Alimentos mais ricos em carboidratos solúveis, como o amido presente no fubá de milho, proporcionam fermentação ruminal e assim maior

produção de gases, a produção de gases é basicamente resultado da fermentação de carboidratos a acetato, propionato e butirato (BLÜMMEL; ØRSKOV, 1993). No entanto, o FM teve maior produção cumulativa de gases ( $p < 0,05$ ) a partir de 24h.

No tempo 6h pós-incubação a menor ( $p < 0,05$ ) produção de gases ocorreu com o tratamento 100% de fubá de milho (FM) que é explicado pelo maior tempo de colonização gasto neste alimento, nos dois inóculos utilizados, conforme apresenta a Tabela 3.

A maior produção cumulativa de gases que ocorreu no tratamento FM no tempo de 48h, em relação aos demais, demonstra melhor disponibilidade de nutrientes para os microrganismos ruminais *in vitro*. Esse tempo é considerado limite para a permanência de grãos no rúmen para vacas em lactação com taxa de passagem de 4 a 6,5% h<sup>-1</sup> e dessa maneira poderia indicar maior disponibilidade de energia fermentável no rúmen agindo em sincronia com a proteína degradável no rumem (NOCEK, 1988), resultando em maiores produções de leite.

**Tabela 3.** Parâmetros de produção de gases estimados pelo modelo de France.

Tratamentos	Inóculo 1				Inóculo 2			
	A <sup>1</sup>	Lag <sup>2</sup>	T/2 <sup>3</sup>	$\mu^4$	A	Lag	T/2	$\mu$
FAP <sup>5</sup>	154	2,35	7,97	12,14	152	2,19	7,72	12,39
FAI <sup>6</sup>	157	1,46	7,37	12,32	150	1,36	7,02	13,17
FM <sup>7</sup>	379	4,05	18,16	6,81	374	3,63	17,47	6,89
50FM+50FAI <sup>8</sup>	252	1,67	12,87	7,77	249	1,58	11,99	8,29
20FM+80FAI <sup>9</sup>	206	0,85	9,77	9,19	189	0,62	8,85	10,58
50FM+50FAP <sup>10</sup>	250	1,52	14,62	6,57	244	1,00	14,01	6,50
20FM+80FAP <sup>11</sup>	192	1,92	10,81	7,98	191	1,84	10,45	8,21

<sup>1</sup>Potencial de produção de gases (mL); <sup>2</sup>Tempo de colonização (h); <sup>3</sup>Tempo necessário para se atingir a metade do potencial de produção de gases (h); <sup>4</sup>Taxa fracional de produção de gases, em mL h<sup>-1</sup>, no T/2; <sup>5,6,7,8,9,10,11</sup> 100% Farelo de arroz parboilizado; 100% Farelo de arroz integral; 100% Fubá de milho; Fubá de milho e Farelo de arroz integral em partes iguais; 20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz integral; Fubá de milho e Farelo de arroz parboilizado em partes iguais; 20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz parboilizado, respectivamente.

Os parâmetros de France et al. (1993) demonstraram que o tratamento FM proporcionou o maior potencial máximo de produção de gases quando comparado com os demais tratamentos. Os tratamentos FAI e FAP apresentaram os menores valores de potencial máximo de produção de gases, enquanto que os demais tratamentos, em nível intermediário, não diferiram entre si, conforme a Tabela 3.

Os tratamentos 20FM+80FAI, FAI e FAP apresentaram maiores taxas fracionais de produção de gases que os demais, de acordo com os dados apresentados na Tabela 3. Segundo Maurício et al. (1999), a taxa e o potencial máximo de produção de gases demonstram a degradação do alimento pela técnica *in vitro* semiautomático de produção de gases, sendo um dos principais parâmetros para avaliação do alimento testado. Entretanto, não deve ser

considerado de forma isolada, o maior valor de potencial máximo de produção de gases indica que o alimento analisado é mais fermentável e não considera o tempo em que isso ocorre e a taxa de produção de gases implica na quantidade de gases produzidos em um período de tempo, portanto maior taxa de produção de gases implicaria em menor tempo para a fermentação da fração potencialmente fermentável, mas desconsideraria o quanto da fração potencialmente fermentável existe no alimento testado.

A degradabilidade da matéria seca foi calculada a uma taxa de passagem de 2% por hora, e a degradabilidade total (96h pós-inoculação) da matéria seca do FM (90,46%) foi significante superior ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos. Os tratamentos 50FM+50FAP e 50FM+50FAI, com taxas de degradabilidade da matéria seca de 72,27 e 74,6% não diferiram entre si e foram superiores estatisticamente ( $p < 0,05$ ) que os demais. Os menores valores ( $p < 0,05$ ) de degradabilidade da matéria seca foram os observados nos tratamentos FAI e FAP, com 57,24 e 55,80%, respectivamente.

Segundo Van Soest (1994), o milho apresenta digestibilidade da matéria seca de 82% com carboidratos celulolíticos digestíveis da ordem de 47%, enquanto que o arroz apresenta digestibilidade aparente da matéria seca de 66 com 8% de carboidratos celulolíticos digestíveis.

Nos tempos de 6 e 12h pós-inoculação, a degradabilidade do FM (10,14%) foi inferior estatisticamente ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos. Nesse tempo, os tratamentos 20FM+80FAI, FAI, 20FM+80FAP e FAP apresentaram as maiores ( $p < 0,05$ ) degradabilidades da matéria seca, com valores de 32,99; 35,24; 29,57 e 32,80%, respectivamente (Tabela 4). Os dados estão de acordo com os parâmetros de France em que os mesmos tratamentos apresentam menores valores de *lag time* iniciando desta maneira os processos de fermentação mais rapidamente.

O aumento da digestibilidade do amido está relacionado com a diminuição da percentagem do FDN no alimento, possivelmente, por conta de uma inversa relação de diminuição do FDN com o aumento da percentagem de amido no alimento, isso está de acordo com os resultados obtidos na percentagem da degradabilidade da matéria seca dos tratamentos testados, conforme suas análises bromatológicas demonstrados na Tabela 1. O Tratamento FM ou 50% de FM com FAI ou FAP atingiram o máximo de degradação às 48h, já os com FAI ou FAP com apenas 20% de FM foram às 24h.

**Tabela 4.** Degrabilidade média da matéria seca.

Tratamentos	Horas pós-inoculação					Eq. Reg.
	6h	12h	24h	48h	96h	
FAP <sup>1</sup>	32,80	42,06	51,63	55,65	55,80	$\hat{y} = 5,95x + 29,71$
FAI <sup>2</sup>	35,24	48,34	53,03	56,64	57,24	$\hat{y} = 5,23x + 34,40$
FM <sup>3</sup>	10,14	32,44	69,68	87,13	90,46	$\hat{y} = 21,53x - 6,62$
50FM+50FAI <sup>4</sup>	27,44	43,25	63,91	71,20	74,66	$\hat{y} = 12,23x + 19,37$
20FM+80FAI <sup>5</sup>	32,99	45,89	60,63	63,46	64,91	$\hat{y} = 8,14x + 29,15$
50FM+50FAP <sup>6</sup>	23,41	39,30	59,31	69,12	72,27	$\hat{y} = 12,75x + 14,42$
20FM+80FAP <sup>7</sup>	29,57	43,16	58,80	62,12	62,99	$\hat{y} = 8,58x + 25,58$

<sup>1</sup>100% Farelo de arroz parboilizado; <sup>2</sup>100% Farelo de arroz integral; <sup>3</sup>100% Fubá de milho; <sup>4</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz integral em partes iguais; <sup>5</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz integral; <sup>6</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz parboilizado em partes iguais; <sup>7</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz parboilizado. Coeficiente de variação (CV) = 5,19%.

A degradabilidade total da matéria orgânica (96h pós-incubação), calculada numa taxa de passagem de 2% por hora, foi maior ( $p < 0,05$ ) para FM (91,08%), os tratamentos FAI e FAP não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) e apresentaram taxas de 55,98 e 55,09%, respectivamente. Os tratamentos 50FM+50FAI e 50FM+50FAP foram inferiores estatisticamente ( $p < 0,05$ ) ao tratamento FM e superiores aos demais, com taxas de degradabilidade da matéria orgânica de 74,54 e 72,63% e não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre si. Os tratamentos 20FM+80FAI e 20FM+80FAP não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ) com taxas de 64,12 e 62%. A degradabilidade da matéria orgânica do tratamento FM (12,26%) no tempo 6h foi inferior ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos, seguindo a tendência da degradabilidade da matéria seca e produção de gases do FM no mesmo tempo.

**Tabela 5.** Degrabilidade da matéria orgânica.

Tratamentos	Horas pós-inoculação					Eq. Reg.
	6h	12h	24h	48h	96h	
FAP <sup>1</sup>	31,22	42,37	50,99	54,68	55,09	$\hat{y} = 6,00x + 28,85$
FAI <sup>2</sup>	33,90	49,08	51,52	55,42	55,98	$\hat{y} = 5,05x + 34,03$
FM <sup>3</sup>	12,26	32,92	70,60	87,72	91,08	$\hat{y} = 21,24x - 4,81$
50FM+50FAI <sup>4</sup>	27,04	43,03	62,45	71,13	74,54	$\hat{y} = 12,31x + 18,70$
20FM+80FAI <sup>5</sup>	31,73	47,67	59,87	62,54	64,12	$\hat{y} = 7,96x + 29,29$
50FM+50FAP <sup>6</sup>	23,22	39,56	58,96	70,57	72,63	$\hat{y} = 12,98x + 14,03$
20FM+80FAP <sup>7</sup>	29,99	43,70	58,05	61,71	62,00	$\hat{y} = 8,20x + 26,48$

<sup>1</sup>100% Farelo de arroz parboilizado; <sup>2</sup>100% Farelo de arroz integral; <sup>3</sup>100% Fubá de milho; <sup>4</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz integral em partes iguais; <sup>5</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz integral; <sup>6</sup>Fubá de milho e Farelo de arroz parboilizado em partes iguais; <sup>7</sup>20% Fubá de milho + 80% Farelo de arroz parboilizado. Coeficiente de variação (CV) = 5,94%.

## Conclusão

Quando incluídos na porção concentrada da dieta, tanto o farelo de arroz integral quanto o parboilizado proporcionaram maior taxa fracional de produção de gases *in vitro* e maior degradação da MS e MO nos tempos iniciais, evidenciando o potencial nutricional de utilização destes subprodutos como fontes energéticas alternativas na alimentação de ruminantes.

## Referências

AOAC-Association of Official Analytical Chemist. Internacional. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, D.C., 1995.

- BLÜMMEL, M.; ØRSKOV, E. R. Comparison of "in vitro" gas production and nylon degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. **Animal Feed Science and Technologic**, v. 40, p. 109-119, 1993.
- FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; THEODOROU, M. K.; LISTER, S. J.; DAVIS, S. J.; ISAC, D. A model to interpret gas accumulation profiles with "in vitro" degradation of ruminants feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v. 163, p. 99-111, 1993.
- KHAZAAL, M. T.; DENTINHO, M. T.; RIBEIRO, J. M. Prediction of apparent digestibility and voluntary intake of hays fed to sheep: comparison between using fibre components, in vitro digestibility or characteristics of gas production or nylon bag degradation. **Journal of Animal Science**, v. 61, n. 3, p. 527-538, 1995.
- MALAFIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F. C.; PEREIRA, J. C. Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas e metabólicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 370-380, 1998.
- MAURÍCIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technologic**, v. 79, p. 321-330, 1999.
- MAURÍCIO, R. M.; OWEN, E.; ABDALLA, A. L. Comparison of rumen liquor and faeces, in UK and Brazil, as sources of microorganisms for *in vitro* gas production for assessing twelve forages. In: **Annual Meeting of the British Society of Animal Science**, Penicuik: BSAS, 2001. p. 148.
- MCDUGAL, E. I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, v. 43, n. 1, p. 99-109, 1949.
- MENKE, K. H.; STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. **Animal Research Development**, v. 28, n. 1, p. 7-55, 1988.
- NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 5, p. 2051-2069, 1988.
- NRC-National Research Council. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- ROSS, G. J. S. **Maximum Likelihood Program**. Harpenden, UK: Rothamsted Experimental Station, 1980.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 13th ed. Washington, D.C.: AOAC, 1980.
- SAS-Statistical Analysis System. **SAS 9.1.3 help and documentation**. Cary: SAS Institute, 2002.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- WASCHECK, R. C.; REZENDE, P. L. P.; MOREIRA, P. C.; REIS, R. B.; DA ROSA, S. A.; NETO, C. L. Substituição do milho grão triturado por farelo de arroz parboilizado na dieta de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 867-873, 2008.

Received on November 23, 2009.

Accepted on June 14, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.